

A MECANIZAÇÃO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO PARAIBANO: um estudo a partir da teoria do custo evitado

PATRICIA SOARES DE ARAÚJO CARVALHO
UFPB
patriciasac@uol.com.br

MÁRCIA BATISTA DA FONSECA
UFPB
mbf.marcia@gmail.com

GESTÃO SOCIO-AMBIENTAL

A MECANIZAÇÃO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO PARAIBANO: um estudo a partir da teoria do custo evitado

Resumo

O Brasil é o principal produtor mundial de cana-de-açúcar e figura entre os maiores exportadores mundiais de açúcar e álcool. A Paraíba é terceiro maior produtor da Região Nordeste. A colheita da cana de açúcar se dá de forma manual e ainda são utilizadas queimadas do canavial para facilitar o corte. Este estudo tem por objeto analisar a viabilidade econômica e ambiental dos produtores de cana-de-açúcar da Paraíba substituírem a colheita manual pela colheita mecanizada, utilizando-se o Método do Custo Evitado instrumentalizado através do cálculo do Valor Presente Líquido (VPL). Os resultados do VPL sugerem que, o projeto é viável, pois o mesmo apresentou um valor positivo de R\$867.839.618,69. Este valor representaria o custo evitado de não queimar o canavial e assim evitar danos ambientais. Percebe-se que em função do custo elevado e da importância socioambiental trazida pela colheita mecanizada, cabe às autoridades governamentais o papel de fomentar este mercado facilitando a aquisição de colheitadeiras, via subsídio e crédito, melhorando assim a imagem do setor sucroalcooleiro no exterior com a redução dos danos sociais e ambientais na produção.

Palavras chaves: Mecanização; Setor sucroalcooleiro; Custo Evitado.

THE MECHANIZATION OF PARAIBA SUGARCANE SECTOR: A STUDY FROM THE THEORY OF AVOIDED COSTS

Abstract

Brazil is the world's leading sugarcane producer and is among the main exporters of sugar and alcohol. Paraíba is the third largest producer in the Northeast. The sugarcane harvest is executed manually and sugarcane burning is still used to facilitate the cutting. This study's purpose is to analyze the economic and environmental viability of Paraíba's sugarcane producers to replace manual harvesting by mechanical harvesting by using the Avoided Cost Method through the calculation of the Net Present Value (NPV). The NPV's results suggest that this project is feasible, because it presented a positive NPV of R\$867.839.618,69. This value would represent the avoided cost of not burning the cane field and thus the avoided environmental damage. It is observed that, due to the high costs and environmental importance brought by mechanical harvesting, it is the role of governmental authorities to stimulate this market by facilitating the acquisition of harvesters through subsidies and credit, thus improving the image of this sector abroad due to the reduction of the production's social and environmental damage.

Key words: Mechanization; Sugar-alcohol Sector; Avoided Costs.

1 Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Além disso, é o maior produtor e exportador de açúcar e o segundo maior produtor de etanol do mundo, segundo *United States Department of Agriculture* (USDA). Segundo dados da União da Indústria de cana de Açúcar (ÚNICA), o setor sucroalcooleiro respondeu por 2% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional e por 31% do PIB da agricultura no Brasil em 2012, tendo empregado cerca de 4,5 milhões de pessoas.

As primeiras usinas sucroalcooleiras surgiram no Nordeste do Brasil com o objetivo de produzir açúcar, se espalhando pelo Centro-Sul do país e alterando esta realidade a partir da década de 1970 quando, impulsionadas pelo Programa Brasileiro do Álcool (Proálcool). O Proálcool, criado em 1975 pelo governo brasileiro, tinha como objetivo estimular a produção do álcool, em substituição aos combustíveis derivados do petróleo. Este programa oferece incentivos fiscais e empréstimos bancários com juros subsidiados para os produtores de cana-de-açúcar, e para as indústrias automobilísticas, para produzirem carros movidos a álcool.

A Paraíba figura entre os principais produtores e exportadores do setor sucroalcooleiro do Nordeste. Paixão e Fonseca (2012) revelam que o Estado da Paraíba teve um crescimento de aproximadamente 30% do rendimento médio da lavoura de cana nos últimos 10 anos conforme

informações do Instituto Brasileiro de geografia e Estatística (IBGE). Na década de 2010 a atividade ocupava em torno de quarenta mil trabalhadores de 26 municípios que compõe a zona canavieira do estado da Paraíba, segundo dados da Associação dos Plantadores de Cana (ASPLAN).

A atividade canavieira é uma grande empregadora de mão de obra para uma fração da população com baixo nível de instrução. Estes trabalhadores são contratados para desenvolver trabalhos temporários (mais especificamente no período da colheita). De acordo com Langowski (2007, p.6), um cortador de cana chega a produzir “rendimentos recordes de 12 toneladas de cana, em média, por dia de trabalho”.

Além da geração de emprego, a importância da cana de açúcar está associada a sua utilização como insumos para vários produtos, sendo os principais o açúcar e o etanol. O subproduto da cana, o bagaço é bastante utilizado na co-geração de energia elétrica, sendo esta considerada uma energia limpa, uma vez que se utiliza de um recurso renovável.

Para Mattos e Mattos (2004, p.37) o setor sucroalcooleiro é paradoxal: “por um lado, é considerado um vetor de desenvolvimento socioeconômico e um exemplo de atividade ecológica, por outro, é criticado sistematicamente como responsável pela degradação ambiental e pela exclusão e deterioração social”.

Entre os impactos causados pela atividade canavieira, pode-se dizer que existe urgência em encontrar uma solução para a prática da queimada na pré-colheita da cana, atividade esta que oferece uma série de impactos negativos sobre o meio ambiente, bem como sobre a saúde humana.

Segundo Paixão e Fonseca (2012) as queimadas representam um impedimento para as vendas do etanol produzido no Brasil para os principais compradores da União Européia, devido a alegação de *dumping* social¹, dadas as precárias condições do trabalho com a cana-de-açúcar no Brasil e *dumping* ambiental², devido ao uso das práticas não conservacionistas.

1.1 Problema da pesquisa e objetivos:

Apesar de ser uma operação muito usual no Brasil e justificada pela necessidade de limpeza do canavial para facilitar o corte manual, a queima gera emissão de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera e ainda gera uma série de outros impactos negativos, com, por exemplos: queda de energia elétrica, doenças e acidentes automobilísticos.

Uma alternativa para as queimadas seria a colheita manual da cana crua. No entanto esta opção gera descontentamento por parte dos cortadores de cana, que alegam alto risco de acidente, aumento o esforço físico e a redução na produtividade de corte manual. Outra alternativa seria a mecanização da colheita, porém, investir na aquisição de colheitadeiras de cana envolve um alto custo, uma vez que o preço da colheitadeira é bastante significativo. A partir desta problemática surge a questão central deste estudo: investir na colheita mecanizada é uma alternativa viável do ponto de vista ambiental e econômico para os produtores paraibanos?

Pelo exposto, este estudo tem por objetivo analisar a viabilidade econômica e ambiental dos produtores de cana-de-açúcar paraibana substituírem a colheita manual por colheita mecanizada de cana. Especificamente pretende-se, traçar um perfil da produção da cana-de-açúcar no Estado da Paraíba no período de 2000 a 2010; e calcular o custo evitado ao setor sucroalcooleiro paraibano para o ano de 2011.

Neste contexto, o presente estudo justifica-se pelo fato de contribuir para o entendimento de que a colheita mecanizada da cana crua pode ser apontada como um dos possíveis métodos para evitar a queima e trará ganhos ambientais para o Estado da Paraíba.

Para falar em queima da cana de açúcar nos canaviais, exige-se discutir o processo de gerenciamento dos impactos ambientais, e o conhecimento e a internalização dos custos ambientais e econômicos envolvidos, especialmente aqueles que buscam a substituição de tecnologias. Para discutir

¹ *Dumping* Social ocorre quando não são cumpridos os direitos humanos mais elementares, assim como direitos dos trabalhadores internacionalmente reconhecidos, nomeadamente aqueles que estão previstos pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), pelo que os custos sociais da mão-de-obra são extremamente baixos permitindo conseqüentemente uma descida artificial dos preços produzidos em condições laborais ilegítimas e que vão contra a dignidade humana.

² *Dumping* Ambiental ocorre quando não se descumprem normas de preservação ambientais, nem se seguem os habituais padrões de qualidade do ambiente existentes em acordos internacionais.

os danos ambientais gerados no processo produtivo são usados os métodos de valoração econômica ambiental, os quais objetivam a captação do valor econômico do recurso ambiental.

O Método do Custo Evitado (MCE) é um método de valoração econômica que leva em consideração os custos de produção. Este método busca a otimização do uso dos recursos naturais, estimando o valor do recurso ambiental levando-se em consideração atividades defensivas que minimizem os impactos ambientais. Um dos pontos positivos do MCE está a percepção de que em algumas situações os custos financeiros para evitar danos ambientais são menores do que aqueles despendidos com a reposição do ambiente destruído com o impacto ambiental.

Esta é uma pesquisa quantitativo-descritiva que além desta introdução está organizado em mais quatro seções. A segunda traz uma revisão bibliográfica sobre o setor sucroalcooleiro, impactos ambientais, colheita mecanizada e uma breve discussão acerca dos métodos de valoração ambiental, em especial, o método dos custos evitados. Em seguida são apresentados os aspectos metodológicos, os resultados e as considerações finais.

2 Um Perfil do Setor Sucroalcooleiro

A expansão da produção canavieira no Brasil pode ser atribuída ao fato de sua múltipla utilização, podendo ser empregada, sob a forma de forragem, para alimentação animal, como matéria-prima para a fabricação de açúcar, rapadura, aguardente, etanol anidro (utilizado como combustível adicionado à gasolina), etanol hidratado (usando nos veículos a etanol) ou como geração de eletricidade (considerado um subproduto, uma vez que a matéria-prima, bagaço e palha da cana, são resultantes da produção de álcool/açúcar).

Aliada as múltiplas utilizações da cana-de-açúcar, o Brasil oferece excelentes condições para o desenvolvimento da cultura da cana, apresentando inúmeras vantagens que vão desde extensas áreas aptas ao plantio, apresentando elevado rendimento devido ao clima tropical, até a disponibilidade de recursos hídricos que lhe permitem irrigação.

É possível produzir cana-de-açúcar no Brasil durante quase todo o ano, isto porque a colheita ocorre em períodos diferentes entre as regiões. O Centro-Sul colhe de maio a novembro e a região Norte-Nordeste de setembro a março. Por ter condições climáticas mais desfavoráveis, a produção da região Norte-Nordeste é menor, fato este que contribui para a elevação dos custos de produção nesta região (LORA, 2008).

Vale ressaltar que a menor produção no Nordeste segundo Burnquist *et al.* (2002 apud COSTA, 2004), e o excelente resultado da região Centro-Sul foi devido à intervenção governamental no mercado, incluindo quotas a produtores, subsídios à produção, regulação de preços em vários pontos de cadeia de mercado, controle de exportação e administração dos terminais de exportação. As autoras também enfatizam que nos anos 90, com a abertura comercial, houve o esgotamento do modelo de intervenção estatal. O sistema de quotas para a exportação de açúcar foi suspenso, refletindo no aumento das exportações desse produto na safra de 1995/1996.

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – Conab (2011), o Brasil produziu 623.905,1 toneladas de cana-de-açúcar na Safra 2010/2011. O Estado da Paraíba ocupa o terceiro lugar no *ranking* da produção de cana-de-açúcar do Nordeste, conforme Tabela 01.

Tabela 01- Cana-de-açúcar destinada a produção de açúcar e álcool no Nordeste (em mil toneladas) - (Safra 2010/11)

ESTADOS	Açúcar	Etanol Anidro	Etanol hidratado	Etanol Total	Produção de Cana-de-açúcar
Maranhão	65,9	1.877,5	484,7	2.261,6	2.327,5
Piauí	366,1	491,5	30,4	470,8	836,9
Ceará	0	0	180,5	180,5	180,5
Rio Grande do Norte	1.512,5	689,8	573,0	1.216,9	2.729,4
Paraíba	1.435,3	2.036,4	2.191,2	3.811,0	5.246,3
Pernambuco	11.830,2	2.882,5	2.881,8	4.990,6	16.820,8
Alagoas	19.848,6	5.668,8	4.946,5	9.271,8	29.120,4
Sergipe	653,9	335,4	1.225,3	1.371,7	2.025,6

Bahia	981,5	916,6	949,1	1.810,7	2.792,2
NORDESTE	36.693,9	14.898,5	13.462,5	25.385,6	62.079,4

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), Dezembro/2011. Elaboração Própria.

A Paraíba possui nove usinas, sendo uma produtora de açúcar, duas produtoras de açúcar e álcool e seis destilarias de álcool. A principal área produtora de cana de açúcar na Paraíba está na Zona da Mata. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) os municípios com maior produção no estado foram em 2011: Pedras de fogo (1.625.000 toneladas), Santa Rita (690.000 toneladas), Rio Tinto (600.000 toneladas) e Mamanguape (600.000 toneladas).

Cuenca e Mandarino (2007), analisando a evolução da atividade canavieira nos municípios paraibanos nos anos de 1990, 1995, 2000 e 2005, diagnosticaram que houve uma redução na área colhida e na produção de cana-de-açúcar nos anos analisados. Os autores também verificaram a existência de uma realocação agrícola entre municípios paraibanos, bem como a hegemonia do município de Pedras de Fogo como líder na produção de cana-de-açúcar em todos os anos analisados.

2.1 O cultivo da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma cultura de clima tropical muito bem adaptada ao solo e ao clima brasileiro. Para seu cultivo, duas estações distintas são necessárias: “uma quente e úmida, para proporcionar a germinação, o perfilhamento (formação de brotos) e o desenvolvimento vegetativo, seguida de outra fria e seca, para promover a maturação e o acúmulo de sacarose nos colmos” (CARVALHO, 2011, p. 42).

A cana-de-açúcar é uma cultura semi-perene, com ciclo (em média) de cinco anos, sendo o primeiro de plantio e os quatros seguintes de rebrotamento. De acordo com Piacente (2006, p. 24) “o primeiro corte é feito doze ou dezoito meses após o plantio, quando se colhe a chamada cana-planta. Os demais cortes, quando se colhe a chamada cana-soca, são feitos uma vez por ano, ao longo dos quatro anos consecutivos, com redução gradual da produtividade”.

A fase agrícola do processo canavieiro inicia-se com a limpeza do terreno conhecido como eliminação da soqueira. Além dessa operação para o caso de uma área nova, o plantio da cana-de-açúcar, segundo Carvalho (2011) é constituído pelas seguintes operações: sub-solagem, calagem, gradagem ou aração, terraceamento, sulcação, distribuição de torta de filtro e adubo, distribuição de mudas, cobertura de mudas, pulverização de herbicida e quebra de sulco.

Após o plantio e os tratos culturais, inicia-se a fase da colheita. Uma prática secular no Brasil para a execução desta etapa envolve a queima da cana. A queimada consiste em atear fogo no canavial de forma que a biomassa (folhas secas e folhas verdes) seja destruída, facilitando assim o processo de colheita permitindo o aumento na produtividade do trabalhador rural durante a colheita (em situações de colheita manual).

A queima do canavial geralmente ocorre na madrugada anterior ao corte, pois nesse horário as temperaturas e os ventos são mais amenos e assim haverá um menor perigo de o fogo se alastrar. A defesa às queimadas da cana-de-açúcar, apesar desse procedimento liberar uma grande quantidade de dióxido de carbono (CO₂), justifica-se, pois, além de eliminar a biomassa, livra a plantação de pragas, plantas daninhas, e animais venenosos que colocam em risco a segurança dos cortadores.

De acordo com Mattos e Mattos (2004), além das características citadas, a prática da queima utilizada na agricultura acelera a rebrota de pastagens e a limpeza de terrenos recém-desmatados. Especificamente na cultura da cana, “há melhora na qualidade tecnológica da matéria-prima e redução de custos de corte, de carregamento, de transporte e de processo industrial que propicia os tratos culturais e o desenvolvimento de soqueiras”. (MATTOS e MATTOS, 2004, p. 49).

Num primeiro momento, a biomassa destruída na pré-colheita da cana não interessa para a indústria, pois ela não tem participação na produção dos principais produtos oriundos da cana: o açúcar e o etanol. No entanto, do ponto de vista energético, a queima da palha e das folhas verdes poderia substituir o bagaço da cana-de-açúcar na geração de energia elétrica, liberando este subproduto para outras finalidades, como por exemplos a produção de papel, fertilizantes e ração animal.

Vale salientar que, as condições de trabalho do cortador na cana queimada são piores que na cana crua, pois a temperatura no canavial queimado chega a mais de 45°C (LANGOWSKY, 2007). Além disso, as condições de saúde dos trabalhadores que enfrentam o corte da cana queimada ainda

são agravadas por condições precárias de trabalho, tais como, falta de banheiros químicos de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) no canavial. A queima reduz o custo do setor canavieiro e aumenta os lucros, mas por outro lado, a sociedade internaliza os prejuízos causados pelas queimadas.

É possível a colheita da cana-de-açúcar sem que se faça a queima, tanto de forma manual como mecanizada. A mecanização representa uma alternativa para enfrentar os problemas ambientais e de saúde da população ocasionados pela prática da queima.

2.2 Colheita mecanizada

A colheitadeira é um equipamento agrícola destinado à colheita de lavouras, criada com o objetivo de substituir o trabalho humano na fase da colheita. De acordo com Rodrigues e Abi Saab (2007), a mudança na etapa do corte da cana não é apenas uma substituição da colheita manual pela mecânica. Sendo assim, em termos agrícolas, “significa combinar e otimizar alguns aspectos: o preparo do solo na lavoura, o dimensionamento dos equipamentos no campo, a equipe de manutenção e apoio, o treinamento do pessoal envolvido e as alterações no transporte e recepção da cana na indústria” (RODRIGUES e ABI SAAB, 2007, p. 582).

Para Barbosa (2007), alguns fatores devem ser levados em consideração para viabilizar a colheita mecanizada, entre eles³:

- O espaçamento de um metro e meio para evitar que a esteira ou o pneu passe por cima das soqueiras e o cortador de base ficar centrado com a linha que está sendo colhida;
- Recomenda-se que seja feita o nivelamento do sulco em relação ao terreno: a terra deve ser acumulada próxima a linha da cultura, a altura da terra acumulada na linha da cana deve permanecer entre 15 a 100 milímetros a fim de facilitar o corte de base, não promovendo o contato do cortador da colhedora com o solo;
- Devem-se priorizar variedades com porte ereto que facilita o corte basal e de ponteiros, aumentando a capacidade efetiva da colhedora.
- A colheita só deve ser realizada em locais onde o declive não ultrapasse 12 a 14% (para colhedoras de pneu) e 15 a 18% (colhedoras de esteira), operações realizadas em declives superiores ao citado correm risco de ocorrência de acidentes por tombamento;
- Deve-se dar preferência a talhões⁴ de formato retangular e as linhas da cultura devem acompanhar a direção das curvas de nível, para se obter um maior número de linhas longas e contínuas, evitando o grande número de manobras, otimizando assim, o rendimento da operação.

Além dos benefícios ambientais e a saúde da população, levando-se em consideração as doenças que as queimadas podem causar, a colheita mecanizada traz ganhos econômicos. “Com a utilização de colheitadeiras é possível um aumento na produtividade e qualidade da matéria-prima, reduzindo os custos entre 50 e 60% em relação ao custo total da produção agrícola” (PLEC, *et al.*, 2007, p. 57).

Rodrigues e Abi Saab (2007) analisando a viabilidade técnica-econômica da utilização de colhedoras automotrizes de cana-de-açúcar sem queima em toletes, comparando com o custo da colheita manual da cana queimada, concluíram, para a área e as condições avaliadas, que houve uma redução de 32,74% no custo da operação da colheita mecanizada de cana sem queima em relação à colheita manual da cana queimada.

Alves, Fronzagila e Martins (2008) analisando as implicações da mecanização da colheita da cana-de-açúcar frente às diferenças regionais, verificaram, a partir de dados do IBGE para a área plantada com cana no ano de 2006, que a média paraibana favorável para mecanização é de 80,93%, sendo que o município de Pedras de Fogo, responsável por 25% do total da área plantada com cana no Estado da Paraíba, apresenta cerca 78,4% de aptidão à colheita mecanizada.

O número de usinas que utilizam a colheita mecanizada vem aumentando no Brasil, no entanto ainda há uma distribuição desigual nas regiões. Segundo Moreno (2012) dos estados do Centro-Sul,

³ Texto copilado de Barbosa (2007, p. 22 a 24).

⁴ Referência não oficial de área. Em geral, os talhões são subdivididos quanto a topografia e homogeneidade do solo e apresentam, em média, dez e 20 hectares.

Mato Grosso do Sul lidera o *ranking* com a mecanização de 89% de sua colheita. No Nordeste, a liderança pertence ao estado de Alagoas com 20% da colheita mecanizada.

Na Paraíba, a mecanização é realizada em apenas 2% da colheita. A destilaria Japungu Agroindustrial S/A, localizada no município de Santa Rita (PB), foi a primeira usina no estado a adquirir uma colheitadeira de cana. A colhedora escolhida para utilização na empresa foi a *John Deer* 3510 rodado de esteira. De acordo com Barbosa (2007) a capacidade potencial da colheitadeira, modelo *John Deer* 3510, com motor de 332 cavalos de potência, é de colher 63,75 Toneladas/hora.

Este estudo usará este modelo como base para as análises, pois, vale salientar que é consenso no setor sucroalcooleiro que os modelos e marcas de colheitadeira existentes no mercado possuam características muito próximas, com pouquíssima variação de custo com manutenção e com quantidade colhida.

2.3 Impactos ambientais causados pela queima do canavial

As queimadas dos canaviais são caracterizadas por ocorrer no período da safra, com duração de 20 a 30 minutos de fogo intenso. Apesar das justificativas para a queima, essa atividade gera uma série de impactos ao meio ambiente e à saúde humana.

Entre os impactos negativos da queima está a poluição atmosférica ocasionada pelo aumento de gases causadores do efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂), o monóxido de carbono (CO) e o ozônio (O₃).

De acordo Langowski (2007), alguns especialistas defensores das queimadas, argumentam que a liberação de CO₂ ocasionada pela queima dos canaviais não contribui, em médio prazo, para o efeito estufa, pois a mesma quantidade é retirada da atmosfera, via fotossíntese, durante o crescimento do canavial no ano seguinte. Ainda segundo Langowski (2007), este argumento é válido e correto, no entanto, existe um diferencial nunca explicado: junto com o CO₂ outros gases são lançados, como é o caso dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs)⁵, sem contar que o CO₂ recolhido da atmosfera durante o período de crescimento da planta (que pode variar entre 12 a 18 meses) é liberado em pouco mais de 30 ou 60 minutos durante a queima.

Além dos impactos à atmosfera, a queima da cana causa danos à saúde humana, à fauna e a flora em áreas ao redor do canavial. Segundo Mattos e Mattos (2004) os principais problemas à saúde ocasionados pelas queimadas são: queimaduras e asfixia dos cortadores de cana, doenças respiratórias causadas pela fumaça e pela fuligem; há também uma aumento no número de acidentes automobilísticos causados pela diminuição de visibilidade dos motoristas nas estradas decorrente da fumaça.

A fuligem trata-se de um material particulado na cor preta, liberado durante a queima de compostos carbônicos, com alta potencialidade danosa à saúde humana. A presença da fuligem da cana contribui para o aumento no consumo de água, pois as pessoas são levadas a lavarem quintais e calçadas, elevando o consumo de água em, aproximadamente, 50% durante a safra (MATTOS e MATTOS, 2004).

Desde a década de 1960, com a promulgação do Código Florestal, o Governo Federal traça diretrizes para controlar a prática do uso do fogo. Entre os estados da Federação, São Paulo, maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, está na frente na corrida pelo fim das queimadas na pré-colheita da cana. Em 2002 promulgou a Lei nº 11.241/02, que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar, estabelecendo o ano de 2031 com prazo final para que os plantadores de cana eliminem o uso do fogo como método facilitador do corte da cana-de-açúcar, substituindo pelo cultivo mecanizado (SÃO PAULO, 2002).

Os prazos para eliminar a queima da cana-de-açúcar estabelecidos pela Lei nº11.241/02 foram antecipados através do Protocolo agroambiental⁶. Este Protocolo, segundo Maeda (2012) foi desenvolvido a partir do entendimento entre governo, e atores envolvidos com a cadeia produtiva do açúcar, etanol e bioenergia sobre a necessidade de organizar a atividade de modo a promover a adequação ambiental e minimizar os impactos sobre o meio ambiente e a sociedade.

⁵ Compostos orgânicos com propriedades mutagênicas e cancerígenas.

⁶ Um acordo de cooperação assinado entre o Governo de São Paulo e a União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (ÚNICA), que tem como meta atingir, ainda em 2017, a mecanização de 100% da cana colhida, sem a queima prévia do canavial.

O Protocolo Agroambiental concede um certificado (e renova anualmente) as unidades agroindustriais e as associações de fornecedores de cana que desenvolvem práticas ambientais. Sendo assim, “o Protocolo influencia na imagem das usinas e associações frente ao mercado interno e externo, determinando um padrão positivo de planos e metas de adequação ambiental a ser seguido” (MAEDA, 2012, p. 29).

Paixão e Fonseca (2011) mostram que segundo dados do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) em 2005, na região Centro-Sul, a região brasileira principal produtora de cana-de-açúcar e de etanol, o processo da queima da cana era utilizado em 70% da produção.

Sabe-se que, principalmente nos estados do Nordeste, a prática das queimadas nas usinas é recorrente. Ferreira, Vital e Lima (2008), estudaram as estratégias de colheita da cana utilizadas pelas principais empresas sucroalcooleiras da Zona da Mata Norte de Pernambuco. A partir de pesquisa de campo junto a cinco das principais usinas da região observaram que em 92% da área colhida ocorreu a queima prévia da cana.

Fonseca e Paixão (2011) mostram que em pesquisa de campo realizada na Paraíba com as nove unidades produtoras do setor sucro-alcooleiro constatou-se que as respondentes afirmaram que a prática da queima da cana-de-açúcar como método de pré-colheita fora adotada em 100% da lavoura. As respondentes afirmaram também a intenção de mecanizar a produção já na safra seguinte, entretanto apontaram condições topográficas inadequadas e insatisfatórias condições de crédito oferecido pelo mercado.

3 Revisão Bibliográfica

A preocupação com a mecanização da produção sucroalcooleira e eliminação das queimadas desagua na questão ambiental e em como os produtores e consumidores podem internalizar os custos ambientais e econômicos envolvidos no processo produtivo. As questões do meio ambiente, abordadas pela ótica econômica, estão fundamentadas nas falhas de mercado, ou seja, na concepção de que o mercado em concorrência perfeita via mecanismos de preços, falha no seu papel de alocação eficiente dos recursos na sociedade.

Uma das principais falhas de mercado são as externalidades, entendida como a ação pelo qual um produtor ou um consumidor influencia outros produtores ou consumidores, mas não sofre as consequências disso sobre o preço de mercado, ou seja, quando o comportamento de algum agente econômico interfere para melhorar (externalidade positiva) ou piorar (externalidade negativa) o bem-estar do outro. Para Pyndick & Rubinfeld (2002, p. 597) “uma externalidade ocorre quando alguma atividade de produção ou de consumo possui um efeito indireto sobre outras atividades de consumo ou de produção, que não se reflete diretamente nos preços de mercado”.

Segundo Motta (2011, p. 180) existe um consenso na teoria econômica que o uso dos recursos naturais quase sempre gera economias externas negativas no sistema econômico que “não são totalmente captadas no sistema de preços, porque a segurança dos direitos de propriedade ou uso desses recursos resultam em altos custos de transação devido à dificuldade técnica ou cultural de fixar direitos exclusivos e rivais”. Desta forma, a inexistência de um mercado que sinalize o valor do recurso gera ineficiência no sistema econômico e assim fica impossível o estabelecimento de uma relação de troca entre os direitos que garantam o uso ótimo dos recursos.

De acordo com Motta (1997), o Valor Econômico dos Recursos Naturais (VERA) geralmente não é observável no mercado através de preços que reflitam seu custo de oportunidade; seu valor econômico existe na medida em que seu uso altera o nível de produção e consumo da sociedade. Sendo assim, o VERA, como os demais bens e serviços presentes no mercado, deriva de seus atributos, com a peculiaridade de que esses atributos podem ou não estar associados a um uso, sendo decomposto em valor de uso (VU) e valor de não-uso (VNU).

O valor de uso pode ser dividido em valor de uso direto (VUD), valor de uso indireto (VUI) e valor de opção (VO). Já o valor de não-uso seria o valor de existência (VE). O Quadro 01 descreve as atribuições do VERA.

O valor de uso valor representa o valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental pelo seu uso no presente ou pelo seu potencial de uso no futuro; já o valor de não-uso é o valor que está dissociado do uso, expressando a satisfação que as pessoas obtêm pelo fato de que um recurso natural existe e está sendo preservado mesmo que não representem uso atual ou futuro para o

indivíduo. A determinação destes valores é possível após a aplicação de algumas técnicas de valoração econômica.

Quadro 01 - Valor econômico do recurso ambiental

Valor de uso			Valor de não-uso
Valor de uso direto	Valor de uso indireto	Valor de opção	Valor de existência
Bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e consumidos hoje.	Bens e serviços ambientais que são gerados de funções ecossistêmicas e apropriados e consumidos indiretamente hoje.	Bens e serviços ambientais de usos diretos e indiretos a serem apropriados e consumidos no futuro.	Valor não associado ao uso atual ou futuro e que reflete questões morais, culturais, éticas ou altruísticas.

Fonte: Motta, 1997, p. 12.

As técnicas de valoração econômica ambiental tem por objetivo captar o valor econômico do recurso ambiental. De acordo com Motta (1997) os métodos de valoração estão divididos em dois grupos:

- Técnicas Diretas de Valoração (Função demanda): buscam obter a preferência revelada dos consumidores dos serviços ambientais para estimar a sua disposição a pagar pela conservação de tais serviços;
- Técnicas indiretas de valoração (Função oferta): Recuperam o valor dos bens e serviços ambientais através das alterações nos preços de produtos de mercado resultantes das mudanças ambientais. Veja-se Figura 1.

Este estudo, em particular, analisa um dos métodos relacionados à função de produção, estes por sua vez, são métodos que recuperam o valor dos ativos ambientais através das alterações nos preços de produtos de mercado resultantes das mudanças ambientais.

O Método do Custo Evitado, utilizado neste estudo, estima “o valor de um recurso ambiental através dos gastos com atividades defensivas substitutas ou complementares, que podem ser consideradas uma aproximação monetária sobre as mudanças destes atributos ambientais” (MAIA, 2002, p. 35). Neste método a utilização de preços de mercado garante uma medida mais objetiva do valor econômico do recurso ambiental, uma vez que representam valores reconhecidos no mercado.

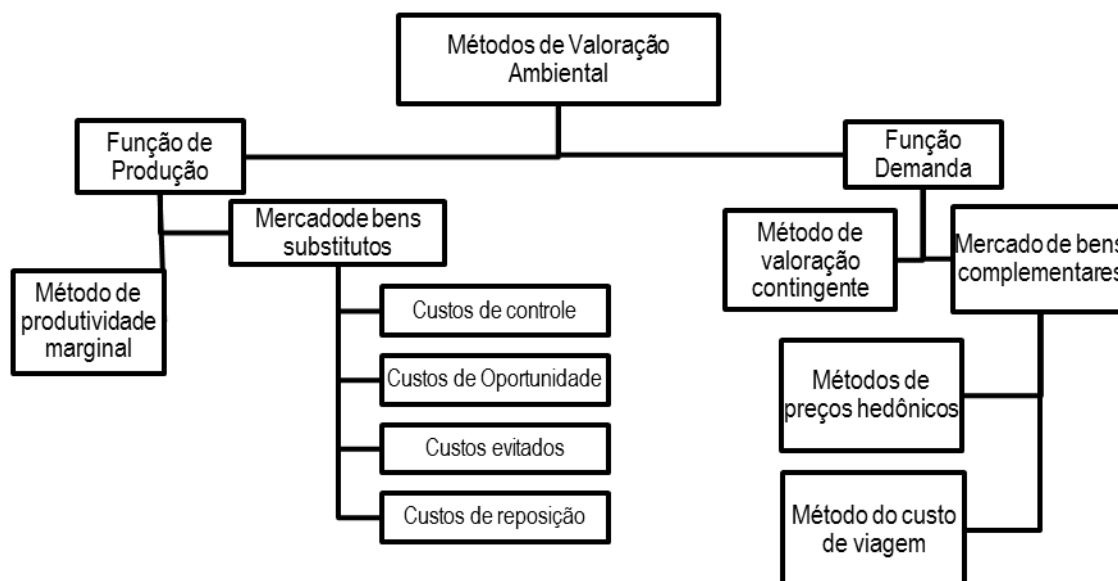


Figura 01 - Método de Valoração Ambiental. Fonte: Motta, 1997.

Segundo Bartoszewicz-Burczy (2006), este método é originário de um estudo feito para setor energético americano onde foram analisados os gastos ambientais gerados por se manter um tipo de energia sendo ofertada no mercado de maneira monopólicia, ou seja, a energia elétrica. O cálculo dos custos evitados foi originalmente aplicado a fim de calcular os custos de se utilizar fontes alternativas de energia nos Estados Unidos da América (EUA). Em 1978, o Congresso dos EUA aprovou a Lei de Regulamentação de Utilidade Pública (PURPA), alterada pela Lei de Política Energética de 1992 (EPAct), que permitiu a liberalização do mercado de energia americano, e o cálculo dos custos evitados é comumente aplicado pelas empresas do setor energético como um método de apoio para a tomada de decisões econômicas e de novos investimentos a serem realizados.

O Método do Custo Evitado corresponde aos gastos incorridos em bens privados substitutos do ativo ambiental. Pode-se partir, portanto, da função de produção para encontrar o valor econômico dos bens ambientais. Considere a seguinte função de produção:

$$Z = f(X, \alpha E + \beta S) \quad (01)$$

Diz-se que Z é um produto privado, S é um insumo privado substituto perfeito do insumo ambiental E . Os coeficientes α e β são parâmetros positivos que indicam o grau de substituição entre os insumos.

Dessa forma, o valor econômico estimado para o recurso ambiental é:

$$VE = C_s = p_s \frac{\beta}{\alpha} \Delta E \quad (02)$$

Em que VE é o valor econômico estimado, C_s é o custo social de substituição do ativo ambiental pelo ativo privado e p_s é o preço do insumo privado S . Pode-se dizer também que C_s corresponde aos gastos incorridos em bens privados substitutos do ativo ambiental, de modo a garantir um determinado nível de Z .

O MCE também é conhecido como método do comportamento preventivo. Podem-se apresentar como exemplo os custos associados ao tratamento de mananciais, resultantes de possíveis contaminações e gastos com tratamentos para doenças relacionadas com poluição; ele está relacionado com o método da função oferta onde o recurso ambiental é um insumo de um bem ou serviço privado; e representa gastos que seriam incorridos em bens substitutos de modo a manter o nível de produção do bem privado inalterado. E ainda, ele estima como varia a receita líquida (excedente do produtor) de atividades econômicas que dependem de um insumo ambiental, seja pela produção sacrificada ou pela variação de custos. Essas perdas de receita podem ser assim estimadas com base nos preços de mercado dos recursos privados.

Segundo Garrod (1999) o MCE permite calcular o valor de não mercado de um ativo ambiental antes que este seja degradado, através do cálculo da disposição a pagar do agente para reduzir ou mitigar uma externalidade ambiental ou a perda de utilidade provocada pela degradação. Este método valora os ativos ambientais a partir dos custos incorridos para evitar a externalidade ou a degradação.

Entre os trabalhos que utilizaram a metodologia dos custos evitados como método de valoração ambiental, pode-se citar o trabalho de Portugal, *et. al.* (2012) que, realizando um estudo de caso numa indústria de autopeças, apresenta os ganhos ambientais através de custos que podem ser evitados por inovações em embalagens e operações logísticas.

Percebe-se que a maioria dos estudos envolvendo valoração econômica ambiental orienta-se na direção dos métodos do lado da demanda. Devido ao fato de ainda existirem poucos trabalhos acadêmicos que utilizam esta metodologia optou-se por ela, com o objetivo de perceber os ganhos da não utilização de queimadas no corte da cana nas usinas do estado da Paraíba.

Nogueira (2004) afirma que a limitação mais importante que todos os métodos de valoração da função oferta têm é o fato de não levarem em consideração os valores de opção e de existência dos bens ambientais, tratados apenas a partir do valor de uso. O autor ainda enfatiza que além das dificuldades operacionais, o método de custos evitados envolve uma questão teórica, isto é, “gastos defensivos” e qualidade ambiental devem ser substitutos perfeitos, para que os “gastos defensivos” possam ser considerados uma *proxy* dos efeitos sobre o bem estar humano, provocados por mudanças nos níveis de poluição/degradação associados com aqueles gastos. Além disso, é difícil precisar a se

motivação do agente para a utilização do gasto defensivo foi exclusivamente com o intuito de mitigar os danos ambientais.

4 Metodologia

Esta é uma pesquisa de caráter quantitativo descritivo que utiliza como técnica de valoração econômica o método de custos evitados. O instrumento utilizado para operacionalizar o MCE foi a análise de viabilidade econômica, considerada necessária na tomada de decisão. Neste estudo o método escolhido foi o Valor Presente Líquido (VPL).

O método de avaliação VPL, uma das ferramentas utilizada na mensuração da viabilidade financeira para projetos de investimento, considerando o valor do dinheiro no tempo. É obtido subtraindo-se o investimento inicial (I) do valor presente das entradas de caixa (FC_t), descontada a uma taxa igual ao custo de capital da empresa (r), conforme demonstrado equação 03:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} - I \quad (03)$$

Após calculado o VPL do projeto, o investimento será realizado consoante com a seguinte regra:

- Se o $VPL > 0 \rightarrow$ Aceitar o projeto;
- Se o $VPL < 0 \rightarrow$ Rejeitar o projeto;
- Se o $VPL = 0 \rightarrow$ indiferente entre aceitar ou rejeitar o projeto.

A viabilidade do projeto será atestada quando o VPL for maior que zero, sinalizando assim, que a empresa obterá um retorno maior que seu custo de capital.

No fluxo de caixa do projeto é possível prever as entradas e as saídas esperadas de recursos de um determinado investimento. O fluxo de caixa livre revela o montante gerado pelas atividades operacionais depois de descontados todos os custos e despesas, conforme demonstração no Quadro 02.

Em linhas gerais, o fluxo de caixa livre revela o montante gerado pelas atividades operacionais depois de descontados todos os custos e despesas. Ao subtrair do fluxo de caixa livre as despesas com pagamento de juros, amortizações de empréstimos e dividendos, tem-se o Fluxo de Caixa Descontado.

Neste estudo, a elaboração dos fluxos de caixa teve por objetivo verificar o desempenho financeiro das usinas no Estado da Paraíba investirem na aquisição de colheitadeiras mecânicas para substituir a queima e a colheita manual da cana-de-açúcar.

Para tanto, durante a realização das simulações adotaram-se algumas premissas:

- A compra da colheitadeira no valor de R\$ 1.200.000,00⁷ (um milhão e duzentos mil reais) seria desembolsado de uma única vez;
- A taxa de depreciação foi obtida a partir das informações contidas na Instrução Normativa da Secretaria da Receita Federal nº 162, de 31 de dezembro de 1998, que considera o prazo de 10 anos de vida útil e uma taxa anual de depreciação equivalente a 10% para máquinas e aparelhos para colheita ou debulha de produtos agrícolas, incluídas as enfardadoras de palha ou forragem; cortadores de grama (relva) e ceifeiras, entre outros;
- A remuneração recebida pelo operador da colheitadeira, conforme o Acordo Coletivo de Trabalho 2011/2012⁸, para uma jornada de trabalho de 44 horas semanais, foi de R\$ 1.200 (Hum mil e duzentos reais) referente ao salário base (R\$ 1.000) mais 20% sobre o valor do salário mínimo vigente a título de insalubridade. Neste trabalho desconsiderou-se outras remunerações pertinentes ao operador, como por exemplo, as gratificações, horas extras e horas feriado;
- Além da remuneração do operador da máquina, a colheitadeira exige outros custos para sua operacionalização e manutenção. Para o cálculo destes custos, foram considerados apenas o consumo de combustível e despesas com manutenção.

⁷ Preço consultado em 06 de janeiro de 2013, referente ao modelo *John Deer* 3510.

⁸ Sindicato dos motoristas e trabalhadores em transporte de passageiros e cargas no estado da Paraíba. Acordo coletivo de trabalho que estabelece, entre outros, a remuneração dos motoristas e operadores de máquinas em geral, para o período de 1º de novembro de 2011 a 30 de outubro de 2012. Disponível em <http://www.sindicatodosmotoristaspb.com.br/conversao_2011/lixo_2011_2012.pdf>. Acesso em 15 fev. 2013.

A análise do fluxo de caixa considerou o período de 10 anos referente a vida útil da máquina. Para valorar a tonelada da cana-de-açúcar e a remuneração dos trabalhadores rurais da atividade canavieira foram utilizados os dados fornecidos pela Federação dos Trabalhadores da Agricultura da Paraíba (FETAG – PB) em sua Convenção Coletiva de Trabalho dos Canavieiros da Paraíba⁹, com vigência de 01 de setembro de 2011 a 31 de agosto de 2012. Esta convenção considerou o Preço Referencial Líquido da tonelada de cana-de-açúcar de R\$ 50,38, valor este aferido pelo método CONSECANA¹⁰ Paraíba e assim estabeleceu, para cálculo da remuneração do trabalhador, os seguintes valores:

- R\$ 5,06 por cada tonelada de cana esteirada com produtividade de até 70 toneladas por hectare;
 - R\$ 5,34 por cada tonelada de cana esteirada com produtividade maior que 70 toneladas por hectare.
- Estas remunerações são baseadas no corte da cana solta e queimada. Eventualmente, o trabalhador rural da atividade canavieira fará jus a outras remunerações, como no caso do corte da cana crua e o corte da cana em terreno pedregulhoso, como também em situações em o Preço Referencial Líquido da tonelada da cana-de-açúcar é valorizado.

Quadro 02 - Componente do Fluxo de Caixa de um Projeto

Receita Bruta Operacional	Todas as entradas de caixa proveniente da venda de serviços e produtos oriundos do investimento
(-) Deduções	Tributos incidentes sobre a Receita Bruta Operacional, tais como Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins), Programa de Integração Social e Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP), Imposto sobre Circulação de mercadorias e Serviços (ICMS) e Imposto sobre produtos Industrializados (IPI)
(=) Receita Líquida Operacional	Receita Bruta Operacional (-) Deduções
(-) Custos e despesas Operacionais (antes da depreciação)	Todos os itens de desembolso para levar adiante o projeto, tais como custos com operação, <i>marketing</i> , despesas administrativas e outros
(=) EBITDA	Lucro antes do pagamento de juros, impostos, depreciação e amortização
(-) Depreciação	Não é um item do fluxo de caixa, pois não representa desembolso. Está no fluxo de caixa porque reduz o valor do lucro
(=) EBIT (Lucro Bruto Operacional)	Lucro antes do pagamento de juros e impostos
(-) Impostos sobre o lucro	Calculado com base no Lucro Bruto Operacional
(=) NOPAT	Lucro Operacional Líquido depois do imposto
(+) Depreciação	É devolvida ao fluxo de caixa após o cálculo do imposto
(-) Investimento Bruto	Desbolsos na compra e na instalação de equipamentos e outros ativos que deverão ser adquiridos no projeto. Incluem nessa linha os custos com frete, seguro e treinamento
(-) Variação na Necessidade de Capital de Giro (Δ NCG)	Contas Operacionais do Ativo (-) Contas Operacionais do Passivo
(+) Valor Residual	Valor contábil do projeto no último ano (-) valor de mercado do empreendimento

⁹ Disponível em < [http://www.fetagpb.org.br/painel/uploads/E2MI-convencao-coletiva-trab-da-cana-2011_2012 .pdf](http://www.fetagpb.org.br/painel/uploads/E2MI-convencao-coletiva-trab-da-cana-2011_2012.pdf)>. Acesso em 15 fev. 2013.

¹⁰ O CONSECANA é uma associação estadual formada por representantes das indústrias de açúcar e álcool e dos plantadores de cana-de-açúcar. Uma das grandes contribuições desta associação foi à criação do ATR – Açúcar Total Recuperável –, onde o valor da cana-de-açúcar, pago ao produtor rural, corresponde à quantidade de açúcar disponível na matéria-prima subtraída das perdas no processo industrial, e nos preços do açúcar e etanol vendidos pelas usinas nos mercados interno e externo. O estado da Paraíba segue o CONSECANA de Pernambuco.

Fonte: BRASIL et. Al. (2007). Elaboração própria.

De maneira simplificada, a principal diferença entre a colheita mecanizada e a manual é o número de pessoas envolvidas no corte e a utilização da colheitadeira, pois os outros itens, de alguma forma, estão presentes nos dois tipos de colheita, como por exemplo a utilização de tratores e caminhões para o transporte da cana de cana-de-açúcar e os custos relacionados com a preparação do solo e plantio.

Para a duração da colheita considerou-se o período de 180 dias contínuos, com as colheitadeiras funcionando 14 horas por dia, com dois turnos de trabalho, sendo que para cada turno é estabelecido uma jornada de trabalho diária de 8 horas dos operadores de máquinas, com intervalo de no mínimo 1 hora para refeição.

Para colher toda a produção de cana-de-açúcar da Paraíba em 180 dias, considerou-se a capacidade potencial da colheitadeira estimada por Barbosa (2007), 63,75 Toneladas/hora, coincidindo com a jornada de trabalho do operador, ou seja, 44 horas semanais, sendo que a mesma foi operada em dois turnos e assim houve a contratação de dois operadores. Para colher a produção paraibana no prazo estabelecido faz-se necessário a aquisição de aproximadamente 33 colheitadeiras¹¹.

Quanto ao consumo de combustível, existe um consenso de que o consumo de combustível varia de acordo com a potência do motor, da altitude, do fator de carga, da temperatura ambiente e também o tipo de combustível. Diante da dificuldade de estimar com precisão o consumo de combustível, considerou-se a quantidade de 46 litros de diesel por hora de funcionamento da colheitadeira. Segundo Costa (2007) o modelo *John Deer* 3510 para cada hora de funcionamento consome entre 42 e 50 litros de diesel.

5 Análise dos Resultados

A análise de viabilidade considerou a possibilidade da colheita da cana-de-açúcar no Estado da Paraíba ser realizada através da colheita mecanizada. O resultado obtido refere-se a projeção de 10 anos, coincidindo assim com o tempo de vida útil da máquina. A comparação entre a colheita manual e a mecanizada utilizou os dados fornecidos pela FETAG-PB em sua Convenção Coletiva de Trabalho dos Canavieiros. O Quadro 03 ilustra os dados utilizados para a elaboração do fluxo de caixa.

Quadro 03 – Dados para elaboração do fluxo de caixa – ano 2011

Investimento inicial com a aquisição das colheitadeiras	R\$ 1.200.000,00 por unidade
Depreciação	10% a.a.
Preço da tonelada da cana	R\$ 50,38
Impostos	34%
Taxa Mínima de Atratividade	12%
Custo de operacionalização da máquina (combustível)	R\$ 91,00/hora
Custo com manutenção	R\$ 180/hora
Salário do operador da máquina	R\$ 1.200,00
Produção de cana de açúcar	5.246,3 mil toneladas

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaboração Própria

O custo de manutenção da colheitadeira utilizado foi informado pela Usina Japungu; o percentual dos impostos corresponde ao Imposto de Renda (15%) e o seu adicional (10%) mais a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (9%), totalizando assim 34%. Outras considerações: o preço do óleo diesel igual a R\$ 1,98 (preço médio de 2011); a produção, a remuneração dos trabalhadores e o preço da tonelada da cana-de-açúcar permaneceram constantes ao longo dos anos.

Para o cálculo e análise do VPL da colheita mecanizada da cana-de-açúcar foi utilizado o programa *Excel*. Como Taxa Mínima de Atratividade considerou-se a taxa sugerida por representantes

¹¹ Considerando que a capacidade de colheita da colheitadeira é 63,75 toneladas/hora, em 180 dias, cada colheitadeira, operando 14 horas por dia, colherá 160.650 toneladas/safra. O número de colheitadeiras para colher toda a produção paraibana em 180 dias foi obtido através do quociente entre a produção total e a quantidade de cana-de-açúcar colhida por 1 colheitadeira/safra (160650 toneladas).

do setor sucroalcooleiro, ou seja, 12%. O Quadro 04 revela o resultado do valor presente líquido da colheita mecanizada.

Quadro 04 - Resultado da colheita mecanizada

Investimento Inicial (R\$)	39.600.000,00
Taxa Mínima de Atratividade	12%
VPL (R\$)	867.839.618,69

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaboração Própria

Utilizando o método do Valor Presente Líquido, após a apreciação de todas as variáveis disposta no fluxo de caixa, como o investimento inicial de R\$ 39.600.000,00, os custos com operação e manutenção de R\$ 271,00 por hora e a tributação de 34%, diagnosticou-se que o projeto é viável, pois o mesmo apresentou um VPL positivo de R\$867.839.618,69. Este valor, portanto, representa o custo evitado de não queimar o canavial e assim evitar danos ambientais.

O valor expressivo do VPL para a mecanização da colheita da cana-de-açúcar também foi encontrado por Moreira (2006) para a região Centro-Sul do Brasil. Este estudo faz uma análise dos custos envolvidos em implementação da mecanização, bem como custos operacionais diversos, com o objetivo de se fazer uma comparação com os resultados do cálculo de VPL para a colheita manual. Os resultados encontrados demonstram que a mecanização é mais cara que a colheita manual, entretanto, os ganhos obtidos com a mecanização em termos sociais e ambientais justificam recomendar sua utilização.

Moreira (2006) ainda ressalta que a colheita mecanizada pode gerar redução de custos com energia elétrica, herbicidas e para a produção de álcool. A palha da cana que é aproveitada na colheita mecanizada tem diversos usos. A mecanização permite o aproveitamento de palha para co-geração de energia elétrica, algo que é descartado no trato manual.

A título de comparação foi calculado o VPL para a colheita manual. Neste caso, para cálculo da remuneração do trabalhador, considerou-se o valor médio por tonelada de cana esteirada com produtividade de até (e maior que) 70 toneladas por hectare; por serem relativamente baixos, os custos com outros utensílios, como por exemplo a aquisição de facões, para o corte manual foram desconsiderados. O resultado pode ser visualizado no Quadro 05.

Quadro 05 - Resultado da colheita manual

Investimento Inicial (R\$)	-
Taxa Mínima de Atratividade	12%
VPL (R\$)	883.911.683,19

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaboração Própria

O resultado considerando a colheita manual também apresentou um VPL positivo e assim atesta-se pela viabilidade da utilização deste método de colheita na Paraíba. Confirmando os resultados obtidos por Moreira (2006) para o Centro-Sul a mecanização na totalidade da produção sucroalcooleira para o estado da Paraíba seria feita é de forma mais cara que a colheita manual, entretanto, os ganhos obtidos com a mecanização em termos sociais e ambientais justificam recomendar sua utilização. Principalmente se forem levadas em consideração o cumprimento da legislação que caminha para a extinção das queimadas em todo o país.

6 Conclusão

O corte manual de cana tem baixíssima remuneração e paga por produtividade, fazendo com que os trabalhadores suportem condições que ultrapassem seus limites físicos. Entre as décadas de 1950 e 1990 cresceu a produtividade do trabalho no corte de cana, medida em toneladas de cana cortadas por dia/homem ocupado na atividade. Na década de 1950 a produtividade do trabalho era de 3 toneladas de cana cortadas por dia de trabalho; na década de 1980, a produtividade média passou para 6 toneladas de cana por dia/homem ocupado e, no final da década de 1990 e início da presente década, atingiu 12 toneladas de cana por dia (ALVES, 2006).

A produção de etanol no Brasil tem sido questionada por práticas sociais desleais. Além disso, sob o ponto de vista ambiental são reconhecidas as vantagens do etanol resultando em menores toxidades e reatividade, e também redução da emissão de monóxido de carbono e de dispensar o

emprego do chumbo tetraetila como aditivo um dos elementos mais tóxicos no ar das grandes cidades, chegando o etanol de cana a evitar 91% dessas emissões.

Entretanto, a prática das queimadas no canavial para facilitar o corte da cana pelos trabalhadores provoca um elevado grau de poluição ambiental. Este trabalho não entra no mérito das condições ambientais da produção no setor, mas reconhece sua importância para que o Brasil tenha acesso a novos mercados.

A mecanização na atividade sucroalcooleira implica em ganhos de produtividade, redução na gravidade e quantidade de acidentes no trabalho, redução nos danos ambientais. Por outro lado, reduz a demanda por trabalho não qualificado, obrigando os trabalhadores do setor a se qualificarem, pois as mudanças implicam na geração de novos postos de trabalho, criando oportunidades para tratoristas, motoristas, mecânicos, condutores de colhedoras autopropelidas, técnicos em eletrônica, entre outros.

Este estudo teve por objetivo calcular o custo evitado ao setor sucroalcooleiro paraibano para o ano de 2011 substituindo-se a colheita manual pela colheita mecanizada. O MCE busca estimar o valor de um recurso ambiental através dos gastos com atividades defensivas substitutas ou complementares, à aquelas que podem gerar danos ambientais.

Os resultados da aplicação do cálculo do Valor presente líquido sugerem que, substituindo toda a colheita manual da Paraíba pela mecanizada e assim adquirindo um número expressivo de colheitadeiras, percebe-se que o projeto é viável, pois o mesmo apresentou um VPL positivo de R\$ R\$867.839.618,69. Este valor, portanto, representa o custo evitado de não queimar o canavial e assim evitar danos ambientais em 2011.

Reforce-se que um dos pontos que justificam a utilização do MCE está na percepção de que mesmo existindo custos financeiros eles são usados para evitar danos ambientais, que poderiam ser maiores se houvesse a necessidade de reposição do ambiente destruído com o impacto ambiental.

Vale salientar que, o investimento inicial, ou seja, a compra das colheitadeiras, apesar de representar um desembolso financeiro alto, contabilmente ele é depreciado ao longo da vida útil do equipamento e assim a empresa poderá auferir uma redução em seus impostos uma vez que a depreciação consta no demonstrativo de resultado antes da aplicação de impostos.

Os resultados comparativos encontrados entre colheita mecanizada e manual demonstram que a mecanização é mais cara, entretanto, os ganhos obtidos com a mecanização em termos sociais e ambientais justificam recomendar sua utilização. Basta lembrar que a colheita mecanizada aproveita a palha da cana e esta pode ser usada na co-geração de energia elétrica, herbicidas e para a produção de álcool.

Em função do custo elevado e da importância socioambiental trazida pela colheita mecanizada, cabe as autoridades governamentais brasileiras o papel de fomentar este mercado. Neste contexto, sugere-se o incentivo por meio de subsídios, programas oficiais e tarifas especiais e facilitação de crédito que estimulem a aquisição de colheitadeiras, melhorando assim a imagem do setor sucroalcooleiro no exterior com a redução dos danos sociais e ambientais na produção.

Referências

ALVES, F. Por que morrem os cortadores de cana? **Revista Saúde e Sociedade**, São Paulo, vol.15, n.3, Set./dez. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&%20pid=S0104-12902006000300008>. Acesso em 20 ago. 2014.

ALVES, S. A.; FRONZAGILA, T.; MARTINS, R. Colheita mecanizada e adequação da tecnologia nas regiões produtoras de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2008, Campina Grande. **Anais...** Disponível em <

<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/855892/1/5ColheitaMecanizadaAdequacaoTecnologia.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2013.

BARBOSA, P. **Estudo da viabilidade técnica da implantação de uma empresa de colheita mecanizada e transporte de cana-de-açúcar na região de Acreúna-GO**. 2007, 71f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). UPIS, Planaltina, 2007.

BARTOSZEWICZ-BURCZY, H. *Avoided costs as a method to calculate effective*. Institute of Power Engineering, Warsaw, 2006.

BRASIL, H. G. et. al. **Conceitos e aplicações a empresas e negócios**. São Paulo, 2007.

COSTA, Cinthia Cabral *et al.* O subsídio cruzado às exportações de açúcar da União Européia: impacto sobre as importações Brasileiras de açúcar. **Economia Aplicada**. Ribeirão Preto, v. 10, n. 1, p.91-100, Jan./mar. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=51413-80502006000100006>. Acesso em: 10 abr. 2014.

CARVALHO, P. N. **Valoração das externalidades negativas do ciclo de vida do etanol - o caso da queima da palha da cana-de-açúcar**. 2011, 163f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, Brasília: Conab, 2011. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar**, terceiro levantamento, dezembro/2011.

CUENCA, M. A. G.; MANDARINO, D. C. **Evolução da atividade canavieira nos principais municípios produtores do estado da Paraíba; 1990, 1995, 2000 e 2005**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007.

FERREIRA, P.B.; VITAL, T. W.; LIMA, J.F. O manejo da lavoura canavieira na Zona da Mata Norte de Pernambuco. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008, Rio Branco. **Anais eletrônicos...** Acre: SOBER, 2008.

GARROD, G.; WILLIS, K. G. *Economic Valuation of the Environment*. Massachusetts: Edward Elgar Publishing, 1999.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**, 2011.

LANGOWSKI, E. **Queima da cana - Uma prática usada e abusada**. Disponível em: <<http://www.apromac.org.br/QUEIMA%20DA%20CANA.pdf>>. Acesso em 20 out. 2012.

LORA, B. A. **Potencial de Geração de Créditos de Carbono e Perspectiva de Modernização do Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**. 2008, 134f. Dissertação (Mestrado em Energia). USP, São Paulo, 2008.

MAEDA, F. **Influências do Protocolo Agroambiental do setor sucroalcooleiro na produção de açúcar, álcool e energia: estudo de caso em uma usina no interior do estado de São Paulo**. 2012, 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UNESP, Botucatu, 2012.

MAIA, A. G. **Valoração de recursos ambientais**. 2002, 199f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente). UNICAMP, Campinas, 2002.

MATTOS, K. C.; MATTOS, A. **Valoração econômica do meio ambiente: uma abordagem teórica e prática**. São Carlos: RiMa, Fapesp, 2004.

MOREIRA, F. L. **Análise da viabilidade econômica da mecanização da colheita de cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil**. 2006, 77f. Monografia (Engenharia de Produção). USP, São Paulo, 2006.

MORENO, A. Colheita mecanizada crua atinge 79% no centro-sul. **Jornal da cana**. 2012. Disponível em <<http://www.jornalcana.com.br/noticia/Jornal-Cana/48951+Colheita-mecanizada-crua-atinge-79-no-Centro-Sul>>. Acesso em 20 jan. 2013.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997.

MOTTA, R. S. **Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde**. In: CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL. *Economia Verde: desafios e oportunidades*, nº8, Jun. 2011. Belo Horizonte, 2011. p. 179-190. Disponível em <http://www.ie.ufrj.br/images/conjuntura/Gema_Artigos/2011/PoliticaAmbienta08portugues.pdf>. Acesso em 18 dez. 2012.

MUELLER, Charles. Avaliação de duas correntes da economia ambiental: escola neoclássica e a economia da sobrevivência. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v.18, nº 2, abril-junho, 1998.

NOGUEIRA, J. M. **Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas por Olarias**. Universidade de Brasília, Programa em Gestão Econômica do Meio Ambiente, Cuiabá, 2004.

PIACENTE, E. A. **Perspectiva do Brasil no mercado de internacional de etanol**. 2006, 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). UNICAMP, Campinas, 2006.

PLEC, O.; ANDRADE, F. J. R.; FAVARIM, E. A.; PIACENTINI, C. A., Mecanização do corte da cana-de-açúcar como fator de sustentabilidade ambiental no Paraná: uma análise de cenário. **Rev. Ciên. Empresariais da UNIPAR**, Umuarama, v. 8, n. 1 e 2, p. 53-72, jan./dez. 2007.

PAIXÃO, M.C.S.; FONSECA, M.B. A produção de etanol de cana no Estado da Paraíba: alternativas de sustentabilidade. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 24, p. 171-184, jul./dez. 2011. Editora UFPR.

PAIXÃO, M.C.S.; FONSECA, M.B. Etanol na Paraíba: Barreiras Comerciais e Perspectivas de Aumento das Exportações. **Revista Econômica do Nordeste**, V.43, n.3, Jul/Set 2012. Disponível em http://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=1332 Acesso em: 10 abr. 2014

PORTUGAL, et. al. Contribuições da Contribuições da Logística Reversa Ao Método de Valoração Ambiental dos Custos Evitados: um Estudo de Caso em uma Indústria de Autopeças. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA, GESTÃO E TECNOLOGIA, IX, 2012, Resende. **Anais...** Disponível em < <http://www.aedb.br/seget/artigos12/41621.pdf> >. Acesso em 01 dez. 2012.

PINDYCK, Robert S. & RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

RODRIGUES, E. B.; ABI SAAB, O. J. G. **Avaliação técnico-econômica da colheita manual e mecanizada da cana-de-açúcar (*saccharum spp*) na região de Bandeirantes - PR**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.28, n.4, 2007.

SÃO PAULO (Estado). **Lei n. 11.241, de 19 de setembro de 2002**. Regras para a eliminação gradativa das queimadas. Disponível em: < http://www.jusbrasil.com.br/legi_slacao/129474/lei-11241-02-sao-paulo-sp>. Acesso em 18 jan. 2013.

SECRETARIA DA RECEITA FEDERAL DO BRASIL. Instrução **normativa SRF nº 162**, de 31 de dezembro de 1998. Disponível em < <http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/ins/ant2001/1998/in16298.htm> >. Acesso em 06 jan. 2013.